

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2003 年 10 月 9 日 (09.10.2003)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 03/083525 A1

(51) 国際特許分類: G02B 3/00, G02F 1/13357, 1/13

(21) 国際出願番号: PCT/JP03/03125

(22) 国際出願日: 2003 年 3 月 14 日 (14.03.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2002-93737 2002 年 3 月 29 日 (29.03.2002) JP(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP];  
〒545-8522 大阪府 大阪市 阿倍野区長池町 2-2-2  
Osaka (JP).

(OKADA, Kuniaki) [JP/JP]; 〒632-0004 奈良県 天理市 榎本町 2 6 1 3-1-5 1 6 Nara (JP). 長坂 由起子 (NAGASAKA, Yukiko) [JP/JP]; 〒632-0004 奈良県 天理市 榎本町 2 6 1 3-1-3 2 2 Nara (JP). 北村 和也 (KITAMURA, Kazuya) [JP/JP]; 〒632-0082 奈良県 天理市 荒蒔町 7 8-3 Nara (JP). 関本 芳宏 (SEKIMOTO, Yoshihiro) [JP/JP]; 〒619-0223 京都府 相楽郡 木津町相楽台 8-1-1 2-2 0 2 Kyoto (JP). 倉田 幸夫 (KURATA, Yukio) [JP/JP]; 〒632-0095 奈良県 天理市 喜殿町 1 4 8-1 Nara (JP). 中西 浩 (NAKANISHI, Hiroshi) [JP/JP]; 〒614-8279 京都府 八幡市 美濃山幸水 1 2-1 0 Kyoto (JP).

(74) 代理人: 原 謙三, 外 (HARA, Kenzo et al.); 〒530-0041 大阪府 大阪市 北区天神橋 2 丁目 2 番 6 号 大和南森町ビル 原謙三国際特許事務所 Osaka (JP).

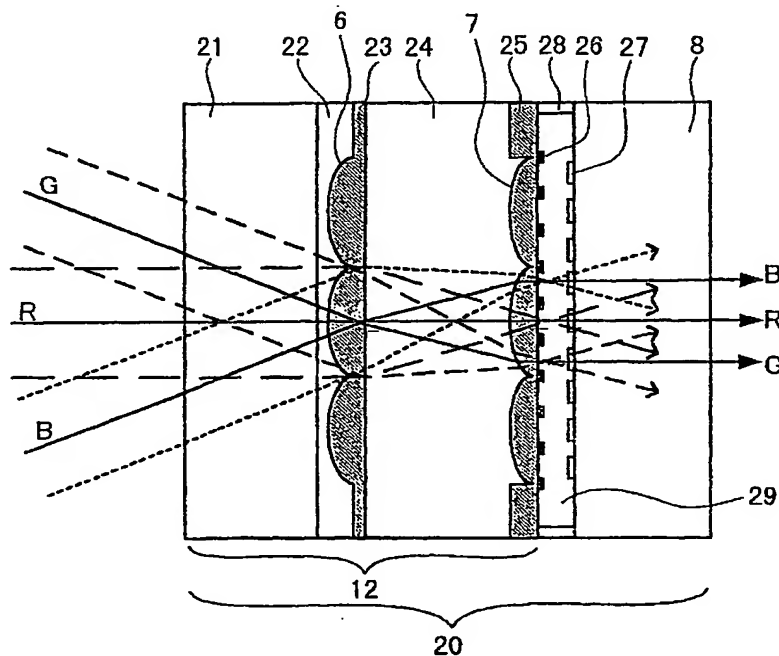
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 岡田 訓明 (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

[続葉有]

(54) Title: MICRO-LENS ARRAY SUBSTRATE AND PRODUCTION METHOD THEREFOR, AND PROJECTION TYPE LIQUID CRYSTAL DISPLAY UNIT USING THOSE

(54) 発明の名称: マイクロレンズアレイ基板およびその製造方法、並びにこれらを用いた投影型液晶表示装置



(57) Abstract: A micro-lens array substrate (12) comprising first and second micro-lens arrays (6, 7) having a plurality of lenses, wherein the first micro-lens array (6) is formed sandwiched between two inorganic dielectric substrates (21, 14), and the second micro-lens (7) is formed on one of the two inorganic dielectric substrates (21, 24).

[続葉有]

WO 03/083525 A1



添付公開書類:

- 国際調査報告書
- 補正書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

---

(57) 要約: 複数個のレンズを有する第1および第2マイクロレンズアレイ(6, 7)を備えているマイクロレンズアレイ基板(12)において、第1マイクロレンズアレイ(6)は、2枚の無機誘電体基板(21, 24)間に挟まれて形成されており、第2マイクロレンズアレイ(7)は、2枚の無機誘電体基板(21, 24)のうちいずれか一方の無機誘電体基板上に形成されている。

## 1

## 明 細 書

マイクロレンズアレイ基板およびその製造方法、並びにこれらを用いた  
投影型液晶表示装置

## 技術分野

- 5 本発明は、2層構造のマイクロレンズアレイを備えたマイクロレンズアレイ基板およびその製造方法並びにそのマイクロレンズアレイ基板を備えた液晶表示素子を用いて構成された単板式の投影型液晶表示装置に関するものである。

## 0 背景技術

- 投影型液晶表示装置は、投影型ブラウン管表示装置と比較すると、色再現範囲が広いこと、小型・軽量であるため持ち運びしやすいこと、地磁気に影響されないのでコンバージェンス調整が不要なことなど、優れた特徴を持っている。さらに投影型液晶表示装置は、大画面化も容易であることから、今後家庭用映像表示装置の主流になると考えられる。

- 5 液晶表示素子を用いたカラーの投影型画像表示方式には、三原色に応じて液晶表示素子を三枚用いる三板式と、一枚のみを用いる単板式とがある。前者の三板式は、白色光をR・G・Bの三原色にそれぞれ分割する光学系と、各色光を制御して画像を形成する三枚の液晶表示素子とを  
20 それぞれ独立に備えており、各色の画像を光学的に重畳してフルカラー表示を行うものである。

この三板式の構成では、白色光源から放射される光を有効に利用でき、

なおかつ色の純度も高いという利点がある。しかしながら、三板式の液晶表示装置は、上述のように色分割機能と画像形成機能とが必要なため、光学系が繁雑で部品点数が多くなってしまい、低コスト化および小型化が困難である。

これに対して単板式の液晶表示装置は、液晶表示素子を一枚のみ用いる構成であり、モザイク状、ストライプ状等の三原色カラーフィルタパターンを備えた液晶表示素子を投影光学系によって投影するものである。さらに、単板式の画像表示装置は、使用する液晶表示素子が一枚ですみ、かつ光学系の構成も三板式に比べて単純になるので、低コスト、小型の投影型システムに適している。

しかし、単板式の液晶表示装置は、カラーフィルタによる光の吸収または反射が起こるため、入射光の約  $1/3$  しか利用できないという欠点がある。このような欠点を解決するため、日本国公開特許公報特開平 7-181487 号（1995 年 7 月 21 日公開）において、2 層構成のマイクロレンズアレイを用いたカラーフィルタレスの単板式液晶表示装置が開示されている。

単板式液晶表示装置について図 1 を用いて説明する。図 1 に示すように、単板式液晶表示装置は、扇形に配置されたダイクロイックミラー 5 G・5 R・5 B によって、白色光源 2 からの白色光を R・G・B の各色に分割し、液晶表示素子 20 の光源側に配置されている第 1 および第 2 マイクロレンズアレイ 6・7 にそれぞれ異なった角度で入射させるものである。第 1 マイクロレンズアレイ 6 を通過した各光束は、第 2 マイクロレンズアレイ 7 により、ダイクロイックミラー 5 G・5 R・5 B で分割された R・G・B の主光線がほぼ平行になるように屈折される。さら

に、R・G・Bに対応した色信号が独立して印加される信号電極により駆動される液晶部位に、第2マイクロレンズアレイ7により屈折された各光束が分配照射される。

上記単板式液晶表示装置では、吸収型のカラーフィルタを用いないので、光の利用効率が向上するだけでなく、マイクロレンズアレイ透過後の各色の主光線がほぼ平行になる。すなわち、単板式液晶表示装置は、投影レンズ10に達するまでの各色の主光線の拡がりを抑え、投影レンズ10でのケラレによる光量低下を防止するので、極めて明るい画像を提供することができる。

また、上記公報に記載されている2層構成のマイクロレンズアレイは、一枚のガラス基板の両側にそれぞれマイクロレンズアレイを接合して形成されている。

2層構成のマイクロレンズアレイの作製法としては、日本国公開特許公報特開平9-90336号（1997年4月4日公開）に開示されている方法がある。この2層構成のマイクロレンズアレイは、第1、第2マイクロレンズアレイを別々に作製し、第1マイクロレンズアレイのレンズ形成面と第2マイクロレンズアレイの研磨面とを接合して作製したものである。

このように、従来技術においては、上記のようにガラス基板の両面にマイクロレンズアレイを形成したり、あるいは2枚のマイクロレンズアレイ基板を貼り合せたりして、2層のマイクロレンズアレイが作製されていた。しかしながら、以下に述べるような理由から、光軸合せが難しく、製造コストが高くつくという問題があった。

すなわち、2層のマイクロレンズアレイを有するマイクロレンズアレ

イ基板では、2枚のマイクロレンズアレイの光軸合せの工程が必要となる。つまり、レンズの光学特性を確保するためには、2枚のレンズアレイの縦方向、横方向および回転方向の角度を全て一致させなければならない。

しかしながら、レンズパターンが微細であるため、上記の光軸合せは $\pm 1 \mu\text{m}$ の精度にて行うことが要求される。したがって、2層構造のマイクロレンズアレイ基板の製造を極めて困難なものにしていた。

また、2層のマイクロレンズアレイの間に中間層が入ることも、光軸合せが困難となる要因の一つとなっていた。すなわち、2層のレンズパターンの間にギャップがあるため、2層の位置決め用のアライメントマークの双方に同時にピントを合わせて観察することができなかった。また、各層毎に別個のアライメントマーク観察系を組み、光軸合せを行うことは可能であるものの、その場合、アライメントマーク観察系の光軸合せも厳密に行う必要がある。したがって、上記のように中間層を2層のマイクロレンズの間に入れることも、位置決め装置のコストアップの原因となっていた。

本発明は、上記の問題点を解決するためになされたものであり、光軸合せが容易であり、簡略化された工程にて製造することができるマイクロレンズアレイ基板、マイクロレンズアレイ基板の製造方法、および投影型液晶表示装置を提供すること目的としている。

#### 発明の開示

本発明に係るマイクロレンズアレイ基板は、上記目的を達成するために、複数のレンズを有する第1および第2マイクロレンズアレイを備

え、上記第1マイクロレンズアレイは、2枚の無機誘電体基板間に挟まれて形成されており、上記第2マイクロレンズアレイは、上記2枚の無機誘電体基板のうちいずれか一方の無機誘電体基板上に形成されていることを特徴としている。

上記構成によれば、第1マイクロレンズアレイと第2マイクロレンズアレイとはそれぞれ熱膨張の小さい無機誘電体基板上に形成されている。したがって、熱により各マイクロレンズアレイに形成されたレンズ同士の間隔がずれてしまうことを防止できる。

また、第1マイクロレンズアレイを用いて第2マイクロレンズアレイのレンズ形状のパターニングを行うことができるので、これら2つのマイクロレンズアレイの光軸合せが不要となる。

このように、本発明によれば、レンズ間隔のずれを防止でき、さらに2つのマイクロレンズアレイの光軸合せを不要とできるので、低コストにて高精度のマイクロレンズアレイ基板を製造することができる。

また、本発明のマイクロレンズアレイ基板の製造方法は、上記目的を達成するため、複数個のレンズを有する第1マイクロレンズアレイを無機誘電体基板上に形成する工程と、上記第1マイクロレンズアレイ上に感光性樹脂を塗布する工程と、上記感光性樹脂に可視光あるいは紫外光を照射してパターニングを行う工程と、パターニングされた上記感光性樹脂を基にして第2マイクロレンズアレイを形成する工程とを有し、上記感光性樹脂のパターニング工程は、上記第1マイクロレンズアレイを透過した光を用いて行うことを特徴としている。

上記方法によれば、第1マイクロレンズアレイは熱膨張の小さい無機誘電体基板上に形成されている。したがって、熱により各マイクロレン

ズアレイに形成されたレンズ同士の間隔がずれてしまうことを防止できる。

また、第1マイクロレンズアレイを用いて第2マイクロレンズアレイのレンズ形状のパターニングを行うことができるので、これら2つのマイクロレンズアレイの光軸合せが不要となる。

このように、本発明によれば、レンズ間隔のずれを防止でき、さらに2つのマイクロレンズアレイの光軸合せを不要とできるので、低コストにて高精度のマイクロレンズアレイ基板を製造することができる。

本発明のさらに他の目的、特徴、および優れた点は、以下に示す記載によって十分わかるであろう。また、本発明の利益は、添付図面を参照した次の説明で明白になるであろう。

#### 図面の簡単な説明

図1は、投影型液晶表示装置の概略の構成を示す模式図である。

図2は、本発明のマイクロレンズアレイ基板を備えた液晶表示素子の断面図である。

図3(a)～図3(f)は、マイクロレンズアレイ基板の第1の製造方法の工程を示す図である。

図4は、本発明のマイクロレンズアレイ基板の製造方法における、第2マイクロレンズアレイのパターニング方法の原理について説明する図である。

図5は、本発明のマイクロレンズアレイ基板の製造方法において用いる露光光学系の構成を示す図である。

図6は、本発明のマイクロレンズアレイ基板の製造方法において用い



る露光光学系の別の構成例を示す図である。

図 7 (a) ~ 図 7 (e) は、本発明のマイクロレンズアレイ基板の第 2 の製造方法の工程を示す図である。

図 8 (a) ~ 図 8 (c) は、本発明のマイクロレンズアレイ基板の第 3 の製造方法の工程を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明の実施の一形態について、添付する図面に基づいて説明する。

図 1 は本発明の投影型液晶表示装置の全体の構造を示す断面図、図 2 は透過型液晶表示装置に用いられている本発明のマイクロレンズアレイ基板および液晶表示素子を示す断面図である。

図 1 に示した投影型液晶表示装置 1 は、白色光源 2 の背面に球面鏡 3 が設けられている。さらに、球面鏡 3 の中心は、白色光源 2 における発光部の中心と一致するように配置されている。また、白色光源 2 の前面にはコンデンサレンズ 4 が設けられている。さらに、コンデンサレンズ 4 は、その焦点が白色光源 2 の発光部の中心と一致するように配置されている。

このような配置により、コンデンサレンズ 4 から略平行な白色光束を得ることができる。なお、白色光源 2 から平行光束を得る方法としては、上記の構成に限らず、たとえば回転放物面鏡を用いる方法、回転楕円面鏡とインテグレータとを使用する方法等を採用してもよい。

また、コンデンサレンズ 4 の前方には、3 種のダイクロイックミラー 5 G・5 R・5 B (光束分割手段) がそれぞれ異なる角度で配置されている。ダイクロイックミラー 5 G・5 R・5 B は、それぞれ緑、赤、青

の色に対応する各波長域の光を選択的に反射し、他は透過する特性を有し、この順に光軸上に配置されている。なお、G・R・Bは、それぞれ緑、赤、青の各色を表すものとする。

3枚のダイクロイックミラー5G・5R・5Bの中で、白色光源2に一番近い位置に設けられたダイクロイックミラー5Gは、白色光源2からの光束がたとえば30°前後の入射角にて入射するように設けられている。

その他のダイクロイックミラー5R・5Bは、ダイクロイックミラー5Gに対してそれぞれ平行な状態から、図1において紙面に垂直な方向の軸を回転軸として、角度φずつ半時計方向に傾けて配置されている。

この相対的な角度φは、液晶表示素子20の絵素配列ピッチPおよび液晶表示素子20に設けられた第1マイクロレンズアレイ6の焦点距離fを用いて、

$$P = f \times \tan \phi$$

を満足するように設定される。

このような配置により、緑波長域、赤波長域、青波長域のそれぞれの光束は、第1マイクロレンズアレイ6に対してそれぞれ角度2φずつずれて入射する。

また、白色光源2からダイクロイックミラー5G・5R・5Bに向かって白色光を照射すると、ダイクロイックミラー5G・5R・5Bが各々異なる波長域の光束をそれぞれ反射することにより、白色光は三原色に分割される。

各色の光束G・R・Bは、ダイクロイックミラー5G・5R・5Bが配置された角度に応じて、上述のように各々異なる角度で、第1マイク

ロレンズアレイ 6 に入射する。この第 1 マイクロレンズアレイ 6 からの光は、第 2 マイクロレンズアレイ 7 を介して、各色に対応する信号電極（後述する）に集光される。さらに、集光された光の色に対応した映像信号で各信号電極を駆動すると、各色の光束はその信号に応じた強度にて変調される。

液晶表示素子 20 の光出射方向の前方には、投影手段としてのフィールドレンズ 9 および投影レンズ 10 が設けられており、さらに、この投影レンズ 10 の後段には、スクリーン 11 が設けられている。また、フィールドレンズ 9 の焦点距離は、フィールドレンズ 9 と投影レンズ 10 との距離に設定されている。

上記構成により、液晶表示素子 20 により変調された各色の光束は、フィールドレンズ 9 によって投影レンズ 10 が設けられた位置に収束され、この投影レンズ 10 によりスクリーン 11 に投影される。これにより、スクリーン 11 上でカラー画像表示が行われる。なお、フィールドレンズ 9 を用いずに、液晶表示素子 20 から直接投影レンズ 10 に光を入射するような構成としてもよい。

ここで用いる液晶表示素子 20 について図 2 を用いて詳細に説明する。液晶表示素子 20 は、ガラス基板 8 とマイクロレンズアレイ基板 12 とを有しており、ガラス基板 8 とマイクロレンズアレイ基板 12 との間に液晶層 29 が封入されている。

また、光出射側に位置するガラス基板 8 のマイクロレンズ側には、液晶層 29 を相変化させるための信号電極 27 が形成されている。また、光入射側に位置するマイクロレンズアレイ基板 12 の液晶素子側には、信号電極と直交する走査電極（図示せず）が設けられている。なお、信

号電極 27 および走査電極は、ITO (Indium Tin Oxide: インジウムスズ酸化物) 等からなる透明電極によって形成されている。

マイクロレンズアレイ基板 12 には、2 層のマイクロレンズアレイとして第 1 マイクロレンズアレイ 6 および第 2 マイクロレンズアレイ 7 が設けられている。

ここで、第 1 マイクロレンズアレイ 6 は、石英基板 (無機誘電体基板) 21 と石英薄板ガラス (無機誘電体基板) 24 とに挟まれて形成されている。石英基板 21 および石英薄板ガラス 24 は、無機誘電体からなり、可視光あるいは紫外光に対して略透明である。さらに、第 1 マイクロレンズアレイ 6 は、屈折率の異なる低屈折率紫外線硬化樹脂 22 と高屈折率紫外線硬化樹脂 23 との界面により、レンズパターン状に形成されている。

また、屈折率の異なる石英薄板ガラス 24 と高屈折率紫外線硬化樹脂 25 との界面もレンズパターン状に刻まれており、この界面によって第 2 マイクロレンズアレイ 7 が形成される。なお、高屈折率紫外線硬化樹脂 25 には、石英薄板ガラス 24 の屈折率よりも高いものを選ぶ。

また、マイクロレンズアレイのレンズパターンは、球面レンズ状、六角レンズ状、あるいはかまぼこ形レンズ状でもよい。特に、第 2 マイクロレンズアレイ 7 のレンズパターンは、台形プリズムでもよい。

さらに、第 1 マイクロレンズアレイ 6 を構成する各レンズの光軸と、第 2 マイクロレンズアレイ 7 を構成する各レンズの光軸とは互いに平行になっている。すなわち、第 1 マイクロレンズアレイ 6 と第 2 マイクロレンズアレイ 7 との対向する各レンズの光軸は互いに一致するようになっている。

このような構成とすることで、第1マイクロレンズアレイ6を基準として、第2マイクロレンズアレイ7を作製する際に、フォトリソ工程を用いることができる。したがって、精度の良い位置あわせを行うことができる。より具体的には、誤差 $\pm 1 \mu\text{m}$ 以内にて位置あわせを行うことができる。

なお、石英基板21にプラスチック樹脂を用いた場合は、基準となる第1マイクロレンズアレイ6の形状および平面度を確保できない場合がある。この場合、第1マイクロレンズアレイ6の形状を基準として作製する第2マイクロレンズアレイ7の形状の精度を確保できない。したがって、上記に示したように、第1マイクロレンズアレイ6を、石英基板21と石英薄板ガラス24とで挟んだ構成とする必要がある。

また、第1マイクロレンズアレイ6を挟む基板に無機誘電体を用いる理由として、熱膨張が小さく、強度も高く、また研磨により高い平坦性  
5 5 得られるということを挙げることができる。すなわち、研磨された無機誘電体の上に第2マイクロレンズアレイ7を形成することによって、第2マイクロレンズアレイ面の平坦性を高く保つことができる。

また、石英基板21と石英薄板ガラス24とを同じ部材とすると、熱膨張により引き起こされる第1マイクロレンズアレイ6と第2マイクロ  
0 レンズアレイ7との各層のレンズ間隔ずれも生じなくなり、理想的な構造となる。

また、液晶表示素子20は、ダイクロイックミラー5G・5R・5Bによって白色光束を分光するので、カラーフィルタは必要なく、光利用  
効率が高くなる。

さらに、RGBの各色ごとに対応する映像信号が信号電極27に印加

## 12

される。なお、図2においては、液晶表示素子20の構成要素である走査電極、偏光板、配向膜等は、説明の便宜上その記載を省略している。

上記構成の本実施の液晶表示素子により得られる効果について以下に説明する。

液晶表示素子20が従来のように1つのマイクロレンズアレイしか有していない場合、ダイクロミックミラーからの光束は、液晶表示素子20を出射した後も2φの角度をもって伝搬してしまう。したがって、これらを全て捕捉し投影するために、大口径の投影レンズが必要になる。

しかしながら、本実施の形態では、出射光の拡がり小さくするため、図2に示すように、第2マイクロレンズアレイ7が設けられている。また、第1マイクロレンズアレイ6は、第2マイクロレンズアレイ7の出射側近傍に第1マイクロレンズアレイ6から出射された光束の焦点が位置するよう設定されている。

このように配置された第2マイクロレンズアレイ7は、フィールドレンズ9と同様の機能を果たし、各光束の主光線を互いに平行化する。したがって、第2マイクロレンズアレイ7は、各光束の出射方向を液晶表示素子20に対して垂直にし、液晶表示素子20からの出射光の拡がり角を小さくすることができる。したがって、本実施の形態の液晶表示素子20を用いれば、小口径の投影レンズ10を用いた場合でも、全光束を有効に利用することができる。

これにより、光利用効率が高く、ホワイトバランスのよいカラー画像を得ることが可能になると共に、コストアップの原因となっていた高価な大口径のレンズを用いなくてもよくなる。したがって、液晶表示装置全体としてのコストアップを回避することが可能になる。

次に、本発明のマイクロレンズアレイ基板の製造方法について、具体的に説明する。

(第1の製造方法)

図3に、2層マイクロレンズアレイ基板の各製造工程における各断面図を示す。

第1マイクロレンズアレイ6は、感光性樹脂として紫外線照射により硬化する紫外線硬化樹脂を用いる、いわゆる2P (Photo-Polymerization) 法により成形する。

まず、図3(a)に示すように、無機誘電体基板である石英基板21上に低屈折率紫外線硬化樹脂22を塗布し、その上にスタンプ41を降下させる。このスタンプ41の下面には第2マイクロレンズアレイ7のパターンと合致する反転パターンが形成されている。

さらに、このスタンプ41を石英基板21に十分に押し付けて、スタンプ41と石英基板21との間に低屈折率紫外線硬化樹脂22を押し広げて、そのままの状態を保持しつつ、石英基板21を通して低屈折率紫外線硬化樹脂22に紫外線ランプ等によって紫外線を照射する。

このように紫外線を照射された低屈折率紫外線硬化樹脂22は、硬化反応を起こして硬化するので、低屈折率紫外線硬化樹脂22にスタンプ41の反転パターンが転写成形される。硬化後、スタンプ41を上昇させて、低屈折率紫外線硬化樹脂22とスタンプ41とを分離する。

次に、図3(b)に示すように、硬化された低屈折率紫外線硬化樹脂22の上に、高屈折率紫外線硬化樹脂23を塗布し、低屈折率紫外線硬化樹脂22の凹部を埋める。さらに高屈折率紫外線硬化樹脂23上に、第1マイクロレンズアレイ6と第2マイクロレンズアレイ7との間にお

ける無機誘電体中間層となる石英薄板ガラス24を貼り付ける。

さらに、石英薄板ガラス24を石英基板21の方に十分に押し付け、石英薄板ガラス24を通して紫外線を照射し、高屈折率紫外線硬化樹脂23を硬化させる。なお、高屈折率紫外線硬化樹脂は石英薄板ガラス24の接着層の役割も果たす。

ここで、所望の厚みより石英薄板ガラス24が厚い場合は、研磨を行うことにより必要な厚みまで石英薄板ガラス24を削る工程を加えてもよい。2P成形による第1マイクロレンズアレイ6の厚さを装置側で管理できる場合は、上記の研磨工程を省くこともできる。

次に、図3(c)に示すように、石英薄板ガラス24上にレジスト層42を塗布する。このレジスト層42に対して、第1マイクロレンズアレイ6を通して紫外線を照射し、露光を行う。この露光工程の詳細については後述する。

この露光工程は、強度分布をもたせた紫外光をレジスト層42に照射し、レジスト層42で3次元的な構造物を形成することを目的としている。すなわち、紫外光の強度分布に応じて、各地点でのレジスト層42の感光量が異なるため、現像後の残膜量も各地点で異なる。このことを利用すれば、照射光の強度分布を調整することにより、レジスト層42を所望の形状に形成することができる。

露光後、現像処理を行うと、図3(d)に示すように、レジスト層42に第2マイクロレンズアレイのレンズパターンが刻まれる。この後、ポストバーク処理を行う。

次に、図3(e)に示すように、ドライエッチングを行って、レジスト層42に刻まれたレンズパターンの形状を石英薄板ガラス24に転写



する。ドライエッチングの方法としては、反応性イオンエッチング、イオンミリング等の方法がある。

この際、エッチング条件によって、レジスト層42に刻まれたレンズパターンの厚みを拡大することができる。たとえば、レジストと石英ガラスのエッチング選択比が1:2となるようなエッチング条件を選択すると、レジスト層42において10 $\mu$ mの厚さで形成されたレンズパターンは、石英薄板ガラス24において20 $\mu$ mの厚さのレンズパターンに拡大される。したがって、レジスト層42に刻むレンズパターンの形状は、エッチング選択比も考慮して決定される必要がある。

次に、図3(f)に示すように、高屈折率紫外線硬化樹脂25を石英薄板ガラス24に塗布し、石英薄板ガラス24の凹部を埋める。その後、紫外光を照射し、高屈折率紫外線硬化樹脂25を硬化させる。

この際、高屈折率紫外線硬化樹脂25上面の平坦化処理も行う。平坦化処理の方法は2つある。第1の方法は、高屈折率紫外線硬化樹脂25が未硬化の状態で、上面から、あらかじめ離型処理を施した石英平面板を押え付け、紫外線を照射して高屈折率紫外線硬化樹脂25を硬化させるという方法である。第1の方法によれば、紫外線硬化樹脂の硬化後、石英平面板を分離すると、上面が平滑な高屈折率紫外線硬化樹脂25を得ることができる。

第2の方法は、高屈折率紫外線硬化樹脂25を硬化後、研磨処理を行って、高屈折率紫外線硬化樹脂25表面を平滑化するという方法である。

以上の工程によって、第1マイクロレンズアレイ6の上方に第2マイクロレンズアレイ7が形成されたマイクロレンズアレイ基板12を作製することができる。

さらにマイクロレンズアレイ基板12上に、ブラックマトリクス26および透明電極膜を形成し、マイクロレンズアレイ基板12とガラス基板8とをスペーサ28を挟んで貼り合せ、その隙間に液晶層29を注入すれば、図2に示すような液晶表示素子20が完成する。

次に、第2マイクロレンズアレイ7のレンズパターンを形成するためのレジスト層の露光原理について説明する。

本発明の投影型液晶表示装置1では、図2に示すように、光利用効率向上のため、第1マイクロレンズアレイ6のレンズの焦点はブラックマトリクス26の面にほぼ位置するように設計されている。

また第1マイクロレンズアレイ6と第2マイクロレンズアレイ7とはできるだけ距離をおいて配置され、第2マイクロレンズアレイ7はブラックマトリクス26の近傍に形成される。

上述の作製工程において、石英薄板ガラス24を高屈折率紫外線硬化樹脂23に貼り付ける際、石英薄板ガラス24の上面は、ほぼ第1マイクロレンズアレイ6の焦点面に位置する。したがって、石英薄板ガラス24の上面にレジスト層を塗布すると、第1マイクロレンズアレイ6を通して紫外光平行光を照射したとき、該平行光は第1マイクロレンズアレイ6によって、レジスト層上のある一点に集光される。このように紫外光を一点に集光することによって、レジスト層が露光される。

ここで、紫外光平行光の入射角度を $\theta_1$ 、第1マイクロレンズアレイ6の焦点距離を $f$ 、レンズ光軸と焦点面が交わる位置から集光スポットまでの間隔を $r$ とおくと、その間隔 $r$ は

$$r = f \times \tan \theta_1$$

で表される。したがって、紫外光平行光の入射角度 $\theta_1$ を変化させるこ

とで、集光スポットの位置を変えることができる。

たとえば図4において、入射角度が $\theta_1$ である紫外光の光束45を入射すると、3個のマイクロレンズ46a・46b・46cによって、光束45はそれぞれ参照番号47a・47b・47cで示される地点に集光される。したがって、これらの地点においてレジスト層42は露光される。

また、入射角度を $\theta_2$ に変えて平行光光束48を入射すると、3個のマイクロレンズ46a・46b・46cによって、平行光光束48は、参照番号49a・49b・49cで示される地点に集光される。したがって、これらの地点においてレジスト層42は露光される。

このように、光束の入射角度を変更することにより、マイクロレンズの集光位置を変更することができる。

また、レジスト層42の材料にネガレジストを用いた場合、強く露光された地点ではレジスト層42が厚くなり、弱く露光された地点ではレジスト層42は薄くなる。すなわち、露光時間や露光強度を変更することにより、レジスト層の形状を調整することができる。

このように、紫外光の平行光光束の入射角度 $\theta_1$ と露光時間（あるいは照射光強度）を制御することで、所望の地点で、所望の露光量の露光を行うことができる。これにより、所望のレジスト層を露光して所望のパターンに形成することができる。

また、第1マイクロレンズアレイ6全体を均一な光強度で照射できる紫外光平行光を露光光として用いると、その照射領域内において、第1マイクロレンズアレイ6における各々のレンズの直下でレジスト層の露光が行われる。したがって、形状の揃った第2マイクロレンズアレイ7

を形成することができる。

次に、上述の露光工程を行うための露光光学系について説明する。図5は露光光学系の一構成例を示した図である。図5に示すように、露光光学系では、超高圧水銀ランプ51を露光光の光源として用いている。超高圧水銀ランプ51から出射されたi線（波長365nm）の紫外光は、球面ミラー52とコリメートレンズ53とによって平行光に変換され、さらに強度補正フィルタ54を介して、液晶表示素子20に導かれる。

強度補正フィルタ54は透過率分布をもたせたフィルタであり、該フィルタを透過した後の光束が均一な光強度分布をもつよう、透過率分布が設計されている。したがって、紫外光に強度補正フィルタ54を透過させることにより、均一な光強度分布にてマイクロレンズアレイ基板を照射することができる。

また、液晶表示素子20は、2軸回転の回転ステージ（図示しない）に搭載されている。この回転ステージの回転角を制御することによって、マイクロレンズアレイ基板の法線と紫外光平行光光軸との傾きを自在に変更することができる。

この実施形態では、紫外光平行光光軸を固定する一方で、液晶表示素子をX軸およびY軸について回転させることにより、第1マイクロレンズアレイ6に対する紫外光平行光の入射角度を変化させることができる。さらに、露光時間（あるいは照射光強度）を制御しながら露光を行うことで、レジスト層に所望のパターンを形成することができる。

図6は、露光光学系の他の構成例を示した図である。図6に示すように、露光光学系では、超高圧水銀ランプ51を露光光の光源として用い

ている。超高圧水銀ランプ51から出射された光は、曲面ミラー61によって反射され、グレースケールマスク（透過率変調マスク）62を照明する。グレースケールマスク62は任意の透過率分布をもたせたマスクであり、このグレースケールマスク62によって、所望の光強度分布をもった光束を作りだすことができる。

グレースケールマスク62を透過した光は、コリメートレンズ63と第1マイクロレンズアレイ6とを通過し、第1マイクロレンズアレイ6の焦点面に結像する。これにより、第1マイクロレンズアレイ6の直下のレジスト層42が露光される。

すなわち、グレースケールマスク62で形成された光強度分布をもって、第1マイクロレンズアレイ6の各レンズの焦点面に露光光が集光されるため、グレースケールマスク62の透過率分布の制御を行うことにより、所望の形状のレジストパターンを形成することができる。

このように、本実施の形態のマイクロレンズアレイ基板の製造方法では、第1マイクロレンズアレイを介して第2マイクロレンズアレイのパターニングを行うので、第1マイクロレンズアレイと第2マイクロレンズアレイの各レンズの位置ずれを大幅に抑制することができる。

また、マイクロレンズアレイ基板面法線と露光光光軸の傾きとにより、第1マイクロレンズアレイと第2マイクロレンズアレイとの光軸ずれが発生する場合もある。しかしながら、第1マイクロレンズの焦点距離が $100\mu\text{m}$ の場合、光軸傾きを $0.5^\circ$ 内に設定すれば、レンズ間光軸ずれを $0.9\mu\text{m}$ 以下という許容範囲まで小さく抑えられる。光軸傾きを $0.5^\circ$ 以下に設定することは容易に実現可能である。したがって、本実施の形態の製造方法によりマイクロレンズアレイ基板を作製すると、

レンズ間光軸ずれを小さく抑えることができる。

また、第1マイクロレンズアレイと第2マイクロレンズアレイとを別々に作製する従来の方法では、各マイクロレンズアレイの作製条件の変動等により、第1マイクロレンズアレイ面のレンズ間隔と第2マイクロレンズアレイ面のレンズ間隔とがずれてしまう場合がある。しかしながら、本実施の形態の作製法では、第1マイクロレンズアレイを基準にして第2マイクロレンズアレイが形成されるため、各層のレンズ間隔がずれるということが生じないという効果もある。

さらに、本実施の形態のマイクロレンズアレイ基板では、2枚の無機誘電体基板を用いて第1マイクロレンズアレイを挟む構成を採用している。ここで、無機誘電体基板は、熱膨張が小さく、強度も高く、また研磨により高精度で平坦に形成可能である。したがって、研磨された無機誘電体基板の上に第2マイクロレンズアレイを形成することによって、第2マイクロレンズアレイ面の平坦性は高く保たれる。

またガラス層は、その内部が均質に形成されているため、エッチングにより形成される凹部形状のバラツキも小さく抑えることが可能である。さらに、基板とガラス中間層とを同じ部材とすると、熱膨張により引き起こされる第1マイクロレンズアレイと第2マイクロレンズアレイとのレンズ間隔ずれを防止することができる。

#### (第2の製造方法)

本発明の2層マイクロレンズアレイ基板の第2の製造方法について図7を用いて説明する。ここで、図7はマイクロレンズアレイ基板の各製造工程における断面図である。なお、無機誘電体の石英薄板ガラス24を形成する工程までは、第1の製造方法と同じ工程であるため説明を省

略する。

石英薄板ガラス24形成後、図7(a)に示すように、第2マイクロレンズアレイ7の構成部材となる高屈折率紫外線硬化樹脂71を石英薄板ガラス24に塗布する。さらに、高屈折率紫外線硬化樹脂71の側から紫外線を照射することにより、高屈折率紫外線硬化樹脂71を硬化させる。同時に、高屈折率紫外線硬化樹脂71の平坦化处理も行う。

次に、図7(b)に示すように、高屈折率紫外線硬化樹脂71の上にレジスト層72を塗布する。このレジスト層72に対して、第1の製造方法と同様に、第1マイクロレンズアレイ6を通して紫外線を照射し、露光を行う。なお、本製造方法では、第1マイクロレンズアレイ6における各レンズの光軸中心の露光量が多くなるよう、露光光の強度分布を調整する。

露光後、現像処理を行うことにより、図7(c)に示すように、レジスト層72に、上記光軸中心の厚みが厚くなった形状のレンズパターンが形成される。この後、ポストバーク処理を行う。

次に、図7(d)に示すように、ドライエッチングを行って、レジスト層72に刻まれたレンズパターンの形状を高屈折率紫外線硬化樹脂71に転写する。このとき、第1の製造方法と同様、樹脂およびレジストの材料を適宜選択し、ドライエッチングの選択比を決定する。

次に、図7(e)に示すように、低屈折率紫外線硬化樹脂73を高屈折率紫外線硬化樹脂71に塗布し、高屈折率紫外線硬化樹脂71の凹部を埋める。この後、紫外光を照射して低屈折率紫外線硬化樹脂73を硬化させ、さらに平坦化处理を行うことにより、マイクロレンズアレイ基板70が完成する。

## 22

このように、マイクロレンズアレイ基板の第2の製造方法では、マイクロレンズアレイにおける各レンズの光軸中心の露光量が多くなるよう、露光光の強度分布を与えることができる。なお、一般的に、レンズの光軸中心から離れた箇所では収差が大きくなるため、あらかじめ集光特性の劣化を予測して、露光光の強度分布を設定する必要がある。

第1の製造方法では、収差が大きい箇所を中心に露光を行うので、特に露光強度分布の設計を工夫する必要があった。しかし、第2の製造方法では、レンズの光軸に近い領域の露光を中心に行うので、集光特性の劣化を低減し、露光光の強度分布に従ったレンズ形状を容易に得ることができる。このため、露光光の強度分布の設計が容易であり、所望のレンズ形状を形成しやすいという利点を有する。

(第3の製造方法)

本実施の形態の2層マイクロレンズアレイ基板に係る第3の製造方法について、図8を用いて説明する。図8はマイクロレンズアレイ基板の各製造工程における断面図である。なお、石英薄板ガラス24形成までは、第1の実施例と同じ工程であるため説明を省略する。

まず、石英薄板ガラス24を形成した後、図8(a)に示すように、第2マイクロレンズアレイの構成部材となる高屈折率紫外線硬化樹脂81を塗布する。

次に、先に説明した露光光学系を用いて、第1マイクロレンズアレイ6を通じて、紫外線を高屈折率紫外線硬化樹脂81に照射し、高屈折率紫外線硬化樹脂81を硬化させる。高屈折率紫外線硬化樹脂81の硬化部の厚みは紫外光の強度分布に応じて変化するので、紫外光の強度分布を調整することにより、所望の形状に樹脂層を形成することができる。



## 23

高屈折率紫外線硬化樹脂 81 を露光した後、マイクロレンズアレイ基板を有機溶媒に浸けると、未硬化部は除去され、図 8 (b) に示すように、高屈折率紫外線硬化樹脂 81 に第 2 マイクロレンズアレイのレンズパターンが形成される。この後、高屈折率紫外線硬化樹脂 81 側から紫外線を照射し、高屈折率紫外線硬化樹脂 81 を完全に硬化させる。

次に図 8 (c) に示すように、低屈折率紫外線硬化樹脂 82 を高屈折率紫外線硬化樹脂 81 に塗布し、高屈折率紫外線硬化樹脂 81 の凹部を埋める。この後、紫外光を照射して低屈折率紫外線硬化樹脂 82 を硬化させ、さらに平坦化処理を行うことにより、マイクロレンズアレイ基板 80 が完成する。

本製造方法では、レジスト層の形状転写を行うためのドライエッチングの工程が不要となるため、製造工程を簡略化でき、生産コストをより低減することができる。

また、第 2、第 3 の製造方法では、作製するマイクロレンズの形状や精度などに応じて、第 1 の製造方法で説明した二つの露光光学系のいずれを使用してもよい。

また、本実施の形態で第 2 マイクロレンズアレイは液晶層に配置されているものとして説明を行ったが、第 2 マイクロレンズアレイを基に第 1 のレンズアレイを作成することも可能である。

さらに、本実施の形態のマイクロレンズアレイ基板の製造方法、すなわち、第 1 マイクロレンズアレイを基に第 2 マイクロレンズアレイ形状を形成する製造方法に関して、2 つの無機誘電体の間に、第 1 マイクロレンズアレイを挟んだ形状を基に説明を行った。しかしながら本発明は必ずしもこれに限定されるものではなく、無機誘電体基板の両面にマイ

## 24

クロレンズアレイを形成した従来の2層マイクロレンズアレイにも用いることができる。

このように、本発明のマイクロレンズアレイ基板は、第1マイクロレンズアレイが、2枚の無機誘電体基板間に挟まれて形成されており、第2マイクロレンズアレイが、2枚の無機誘電体基板のうちいずれか一方の無機誘電体基板上に形成されているものである。

上記構成によれば、第1マイクロレンズアレイと第2マイクロレンズアレイとはそれぞれ熱膨張の小さい無機誘電体基板上に形成されている。したがって、熱により各マイクロレンズアレイに形成されたレンズ同士の間隔がずれてしまうことを防止できる。

また、第1マイクロレンズアレイを用いて第2マイクロレンズアレイのレンズ形状のパターニングを行うことができるので、これら2つのマイクロレンズアレイの光軸合せが不要となる。

このように、本発明によれば、レンズ間隔のずれを防止でき、さらに2つのマイクロレンズアレイの光軸合せを不要とできるので、低コストにて高精度のマイクロレンズアレイ基板を製造することができる。

また、上記構成のマイクロレンズアレイ基板において、第1マイクロレンズアレイと第2マイクロレンズアレイとは、無機誘電体基板と異なる屈折率を有する樹脂層からなる構成であってもよい。

さらに、上記構成のマイクロレンズアレイ基板において、第2マイクロレンズアレイは、各々屈折率の異なる2層以上の樹脂層が積層されている構成であってもよい。

また、上記構成のマイクロレンズアレイ基板において、第2マイクロレンズアレイは、紫外線硬化樹脂である構成であってもよい。

## 25

また、本発明のマイクロレンズアレイ基板の製造方法は、複数のレンズを有する第1マイクロレンズアレイを無機誘電体基板上に形成する工程と、上記第1マイクロレンズアレイ上に感光性樹脂を塗布する工程と、上記感光性樹脂に可視光あるいは紫外光を照射してパターンニングを行う工程と、パターンニングされた上記感光性樹脂を基にして第2マイクロレンズアレイを形成する工程とを有するマイクロレンズアレイ基板の製造方法であって、上記感光性樹脂のパターンニング工程は、上記第1マイクロレンズアレイを透過した光を用いて行う方法である。

上記方法によれば、第1マイクロレンズアレイは熱膨張の小さい無機誘電体基板上に形成されている。したがって、熱により各マイクロレンズアレイに形成されたレンズ同士の間隔がずれてしまうことを防止できる。

また、第1マイクロレンズアレイを用いて第2マイクロレンズアレイのレンズ形状のパターンニングを行うことができるので、これら2つのマイクロレンズアレイの光軸合せが不要となる。

このように、本発明によれば、レンズ間隔のずれを防止でき、さらに2つのマイクロレンズアレイの光軸合せを不要とできるので、低コストにて高精度のマイクロレンズアレイ基板を製造することができる。

また、上記構成のマイクロレンズアレイ基板の製造方法において、第1マイクロレンズアレイ基板上に、無機誘電体からなる中間層を形成し、上記第1マイクロレンズアレイおよび上記中間層を介して、上記中間層上に形成した感光性樹脂に可視光あるいは紫外光を照射してパターンニングを行うことにより、第2マイクロレンズアレイを形成してもよい。

さらに、上記構成のマイクロレンズアレイ基板の製造方法において、

第1マイクロレンズアレイの焦点面を、中間層上に形成した感光性樹脂付近に設定してもよい。

また、上記構成のマイクロレンズアレイ基板の製造方法において、感光性樹脂としてネガレジスト層を用いるとともに、ネガレジスト層に第1マイクロレンズアレイを透過した光を照射してパターンニングを行い、ネガレジスト層側からエッチングを行って、無機誘電体基板にパターンニング後のネガレジスト層の形状を転写してもよい。

上記方法によれば、第1マイクロレンズアレイにおける各レンズの光軸中心に近い領域の露光を中心に行うので、集光特性の劣化を低減し、露光光の強度分布に従ったレンズ形状を形成することができる。

また、上記構成のマイクロレンズアレイ基板の製造方法において、上記無機誘電体基板上の上記感光性樹脂を、第1感光性樹脂および第2感光性樹脂からなる2層に形成するとともに、上記第1感光性樹脂としての可視光硬化樹脂あるいは紫外線硬化樹脂を、上記無機誘電体基板上に塗布するとともに硬化させる工程と、上記第2感光性樹脂としてのネガレジストを塗布する工程とを設け、第2感光性樹脂に上記第2マイクロレンズアレイのパターンニングを行うとともに、上記第2マイクロレンズアレイのパターンをエッチングにより上記第1感光性樹脂に転写するようにしてもよい。

さらに、上記構成のマイクロレンズアレイ基板の製造方法において、上記無機誘電体基板上の上記感光性樹脂として紫外線硬化樹脂を用い、上記紫外線硬化樹脂に上記第1マイクロレンズアレイを透過した光を照射することにより該紫外線硬化樹脂を硬化させる一方で、該紫外線硬化樹脂における未硬化部分を有機溶剤により除去して上記第2マイクロレ

ンズアレイを形成するようにしてもよい。

上記方法によれば、レジスト層の形状転写を行うためのドライエッチング工程を省略できる。したがって、製造工程をより簡略化し、生産コストを低減できる。

5       また、上記構成のマイクロレンズアレイ基板の製造方法において、上記第1マイクロレンズアレイに均一な強度分布を持つ平行光を照射し、上記平行光の光軸に対してマイクロレンズアレイ基板を傾斜させながら上記第2マイクロレンズアレイのパターニングを行ってもよい。

0       また、上記構成のマイクロレンズアレイ基板の製造方法において、透過率を連続的に変調させた透過率変調マスクにより強度分布をもたせた照射光を、上記第1マイクロレンズアレイに照射することにより形成される照射光像を利用して、上記第2マイクロレンズアレイのパターニングを行ってもよい。

5       また、本発明の投影型液晶表示装置は、白色光源と、該白色光源からの白色光束を互いに異なる波長域を有する複数の光束に分割する光束分割手段と、該光束分割手段により分割された複数の光束が照射される液晶表示素子と、該液晶表示素子により変調された複数の光束を投影する投影手段とを備え、上記液晶表示素子の上記白色光源側に、第1および第2マイクロレンズアレイを有しているとともに、上記第2マイクロ  
10       レンズアレイのレンズ形状は、上記第1マイクロレンズアレイからの透過光によりパターニングされているものである。

上記構成の投影型液晶表示装置によれば、本発明のマイクロレンズアレイ基板と同様の作用効果を得ることができる。

なお、本発明のマイクロレンズアレイ基板は、複数のレンズを有す

る第1及び第2マイクロレンズアレイを無機誘電体からなる板上に形成されたマイクロレンズアレイ基板において、第1マイクロレンズアレイは2つの無機誘電体基板に挟まれて形成され、第2マイクロレンズアレイは、上記どちらか一方の無機誘電体基板上に形成されている構成であってもよい。

また、本発明のマイクロレンズアレイ基板の製造方法は、複数個のレンズを有する第1マイクロレンズアレイを無機誘電体からなる基板上に形成する工程と、感光性樹脂を塗布する工程と、上記感光性樹脂に可視光あるいは紫外光を照射してパターニングを行う工程と、パターニングされた感光性樹脂を基にして第2マイクロレンズアレイを形成する工程とを有し、上記感光性樹脂のパターニングは第1マイクロレンズアレイを透過した光を用いて行う方法であってもよい。

また、本発明の投影型液晶表示装置は、白色光源と、この白色光源からの白色光束を互いに異なる波長域を有する複数の光束に分割する光束分割手段と、この光束分割手段により分割された複数の光束が照射される液晶表示素子と、上記液晶表示素子により変調された複数の光束を投影する投影手段とを備えた投影型液晶表示装置において、上記液晶表示素子の光源側に、第1及び第2マイクロレンズアレイを有し、上記第1マイクロレンズアレイは成形によって作製されるとともに、上記第2マイクロレンズアレイは上記第1のマイクロレンズアレイの透過光によりレンズ形状のパターニングを施されて形成されている構成であってもよい。

以上のように、本発明は、2つのマイクロレンズアレイにおけるレンズ間隔のずれを防止するのに適している。さらに、本発明は、2つのマイクロレンズアレイの光軸合せを不要とできるので、簡易にマイクロレンズアレイ基板を作製するのに適している。

## 請 求 の 範 囲

1. 複数個のレンズを有する第1および第2マイクロレンズアレイを  
備え、

5 上記第1マイクロレンズアレイは、2枚の無機誘電体基板間に挟まれて  
形成されており、

上記第2マイクロレンズアレイは、上記2枚の無機誘電体基板のうち  
いずれか一方の無機誘電体基板上に形成されていることを特徴とするマ  
イクロレンズアレイ基板。

0 2. 上記第1マイクロレンズアレイと上記第2マイクロレンズアレイ  
とは、上記無機誘電体基板と異なる屈折率を有する樹脂層からなること  
を特徴とする請求項1記載のマイクロレンズアレイ基板。

3. 上記第2マイクロレンズアレイは、各々屈折率の異なる2層以上  
の樹脂層が積層されていることを特徴とする請求項1または2記載のマ  
イクロレンズアレイ基板。

15 4. 上記第2マイクロレンズアレイは、紫外線硬化樹脂であることを  
特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載のマイクロレンズア  
レイ基板。

5. 複数個のレンズを有する第1マイクロレンズアレイを無機誘電体  
20 基板上に形成する工程と、上記第1マイクロレンズアレイ上に感光性樹  
脂を塗布する工程と、上記感光性樹脂に可視光あるいは紫外光を照射し  
てパターンニングを行う工程と、パターンニングされた上記感光性樹脂を基  
にして第2マイクロレンズアレイを形成する工程とを有し、

上記感光性樹脂のパターンニング工程は、上記第1マイクロレンズアレ



## 31

イを透過した光を用いて行うことを特徴とするマイクロレンズアレイ基板の製造方法。

6. 上記第1マイクロレンズアレイ基板上に、無機誘電体からなる中間層を形成し、

5 上記第1マイクロレンズアレイおよび上記中間層を介して、上記中間層上に形成した感光性樹脂に可視光あるいは紫外光を照射してパターンニングを行うことにより、上記第2マイクロレンズアレイを形成することを特徴とする請求項5記載のマイクロレンズアレイ基板の製造方法。

7. 上記第1マイクロレンズアレイの焦点面を、上記中間層上に形成  
0 した上記感光性樹脂付近に設定することを特徴とする請求項6記載のマイクロレンズアレイ基板の製造方法。

8. 上記感光性樹脂としてネガレジスト層を用いるとともに、

上記ネガレジスト層に上記第1マイクロレンズアレイを透過した光を照射してパターンニングを行い、

5 上記ネガレジスト層側からエッチングを行って、上記無機誘電体基板にパターンニング後のネガレジスト層の形状を転写することを特徴とする請求項5ないし7のいずれか1項記載のマイクロレンズアレイ基板の製造方法。

9. 上記無機誘電体基板上の上記感光性樹脂を、第1感光性樹脂および第2感光性樹脂からなる2層に形成するとともに、

上記第1感光性樹脂としての可視光硬化樹脂あるいは紫外線硬化樹脂を、上記無機誘電体基板上に塗布するとともに硬化させる工程と、

上記第2感光性樹脂としてのネガレジストを塗布する工程とを有し、

上記第2感光性樹脂に上記第2マイクロレンズアレイのパターンニング

## 32

を行うとともに、上記第2マイクロレンズアレイのパターンをエッチングにより上記第1感光性樹脂に転写することを特徴とする請求項5ないし7のいずれか1項記載のマイクロレンズアレイ基板の製造方法。

10. 上記無機誘電体基板上の上記感光性樹脂として紫外線硬化樹脂を用い、

上記紫外線硬化樹脂に上記第1マイクロレンズアレイを透過した光を照射することにより該紫外線硬化樹脂を硬化させる一方で、

該紫外線硬化樹脂における未硬化部分を有機溶剤により除去して上記第2マイクロレンズアレイを形成することを特徴とする請求項5ないし7のいずれか1項記載のマイクロレンズアレイ基板の製造方法。

11. 上記第1マイクロレンズアレイに均一な強度分布を持つ平行光を照射し、

上記平行光の光軸に対してマイクロレンズアレイ基板を傾斜させながら上記第2マイクロレンズアレイのパターニングを行うことを特徴とする請求項5ないし10のいずれか1項記載のマイクロレンズアレイ基板の製造方法。

12. 透過率を連続的に変調させた透過率変調マスクにより強度分布をもたせた照射光を、上記第1マイクロレンズアレイに照射することにより形成される照射光像を利用して、上記第2マイクロレンズアレイのパターニングを行うことを特徴とする請求項5ないし10のいずれか1項記載のマイクロレンズアレイ基板の製造方法。

13. 白色光源と、該白色光源からの白色光束を互いに異なる波長域を有する複数の光束に分割する光束分割手段と、該光束分割手段により分割された複数の光束が照射される液晶表示素子と、該液晶表示素子に

より変調された複数の光束を投影する投影手段とを備え、

上記液晶表示素子の上記白色光源側に、第1および第2マイクロレンズアレイを有しているとともに、

5 上記第2マイクロレンズアレイのレンズ形状は、上記第1マイクロレンズアレイからの透過光によりパターンニングされていることを特徴とする投影型液晶表示装置。

14. 白色光源と、該白色光源からの白色光束が分割された互いに異なる波長域を有する複数の光束が照射される液晶表示素子とを備え、

0 上記液晶表示素子の上記白色光源側に、第1および第2マイクロレンズアレイを有しているとともに、

上記第2マイクロレンズアレイのレンズ形状は、上記第1マイクロレンズアレイからの透過光によりパターンニングされていることを特徴とする投影型液晶表示装置。

## 補正書の請求の範囲

[2003年7月24日(24.07.03)国際事務局受理：新しい請求の範囲

15-30が加えられた；他の請求の範囲は変更なし。(4頁)]

より変調された複数の光束を投影する投影手段とを備え、

上記液晶表示素子の上記白色光源側に、第1および第2マイクロレンズアレイを有しているとともに、

上記第2マイクロレンズアレイのレンズ形状は、上記第1マイクロレンズアレイからの透過光によりパターンニングされていることを特徴とする投影型液晶表示装置。

14. 白色光源と、該白色光源からの白色光束が分割された互いに異なる波長域を有する複数の光束が照射される液晶表示素子とを備え、

上記液晶表示素子の上記白色光源側に、第1および第2マイクロレンズアレイを有しているとともに、

上記第2マイクロレンズアレイのレンズ形状は、上記第1マイクロレンズアレイからの透過光によりパターンニングされていることを特徴とする投影型液晶表示装置。

15. (追加) 複数のレンズを有する第1マイクロレンズアレイを備え、

上記第1マイクロレンズアレイは、2枚の無機誘電体基板間に挟まれて形成されており、

上記2枚の無機誘電体基板のうちいずれか一方の無機誘電体基板上に3次元構造物が形成されていることを特徴とするマイクロレンズアレイ基板。

16. (追加) 上記第1マイクロレンズアレイのレンズの配列ピッチと、上記3次元構造物の配列ピッチとが同一であることを特徴とする請求項15に記載のマイクロレンズアレイ基板。

17. (追加) 上記3次元構造物が第2マイクロレンズアレイである

補正された用紙 (条約第19条)

ことを特徴とする請求項 1 5 または 1 6 記載のマイクロレンズアレイ基板。

1 8. (追加) 上記第 2 マイクロレンズアレイは、上記無機誘電体基板と、該基板と異なる屈折率を有する樹脂層とからなることを特徴とする請求項 1 7 に記載のマイクロレンズアレイ基板。

1 9. (追加) 複数のレンズを有する第 1 マイクロレンズアレイを形成する工程と、上記第 1 マイクロレンズアレイ上に感光性樹脂を塗布する工程と、上記感光性樹脂に可視光あるいは紫外光を照射してパターンニングを行う工程と、パターンニングされた上記感光性樹脂を基にして 3 次元構造物を形成する工程とを有し、

上記感光性樹脂のパターンニング工程は、上記第 1 マイクロレンズアレイを透過した光を用いて行うことを特徴とするマイクロレンズアレイ基板の製造方法。

2 0. (追加) 複数のレンズを有する第 1 マイクロレンズアレイを無機誘電体基板上に形成する工程と、該無機誘電体基板上に所定の樹脂を介して中間基板を貼り合わせる工程と、上記中間基板の該無機誘電体基板が貼り合わされていない面を研磨して該中間基板を所定の厚さにする工程と、上記中間基板の研磨を行った面側に感光性樹脂を塗布し、 3 次元構造物を形成する工程とからなることを特徴とする請求項 1 9 に記載のマイクロレンズアレイ基板の製造方法。

2 1. (追加) 上記 3 次元構造物が第 2 マイクロレンズアレイであることを特徴とする請求項 1 9 または 2 0 に記載のマイクロレンズアレイ基板の製造方法。

2 2. (追加) 上記第 1 マイクロレンズアレイの焦点面を、上記中間

基板上に形成した上記感光性樹脂付近に設定することを特徴とする請求項 20 または 21 に記載のマイクロレンズアレイ基板の製造方法。

23. (追加) 上記中間基板上の上記感光性樹脂を、第 1 感光性樹脂および第 2 感光性樹脂からなる 2 層に形成するとともに、

5 上記第 1 感光性樹脂としての可視光硬化樹脂あるいは紫外線硬化樹脂を、上記中間基板上に塗布するとともに硬化させる工程と、

上記第 2 感光性樹脂としてのネガレジストを塗布する工程とを有し、

10 上記第 2 感光性樹脂に上記第 2 マイクロレンズアレイのパターニングを行うとともに、上記第 2 マイクロレンズアレイのパターンをエッチングにより上記第 1 感光性樹脂に転写することを特徴とする請求項 21 または 22 に記載のマイクロレンズアレイ基板の製造方法。

24. (追加) 上記中間基板上の上記感光性樹脂として紫外線硬化樹脂を用い、

15 上記紫外線硬化樹脂に上記第 1 マイクロレンズアレイを透過した光を照射することにより該紫外線硬化樹脂を硬化させる一方で、

該紫外線硬化樹脂における未硬化部分を有機溶剤により除去して上記第 2 マイクロレンズアレイを形成することを特徴とする請求項 21 または 22 に記載のマイクロレンズアレイ基板の製造方法。

20 25. (追加) 光学部材に感光性樹脂を塗布する工程と、上記感光性樹脂に可視光あるいは紫外光を照射してパターニングを行う工程と、パターニングされた上記感光性樹脂を基にして 3 次元構造物を形成する工程を有し、上記感光性樹脂のパターニング工程は、集光機能を有する光学素子を透過した光を用いて行うことを特徴とする 3 次元構造物の製造方法。

26. (追加) 上記集光機能を有する光学素子が上記光学部材上に形成されたあるいは固定されたことを特徴とする請求項25に記載の3次元構造物の製造方法。

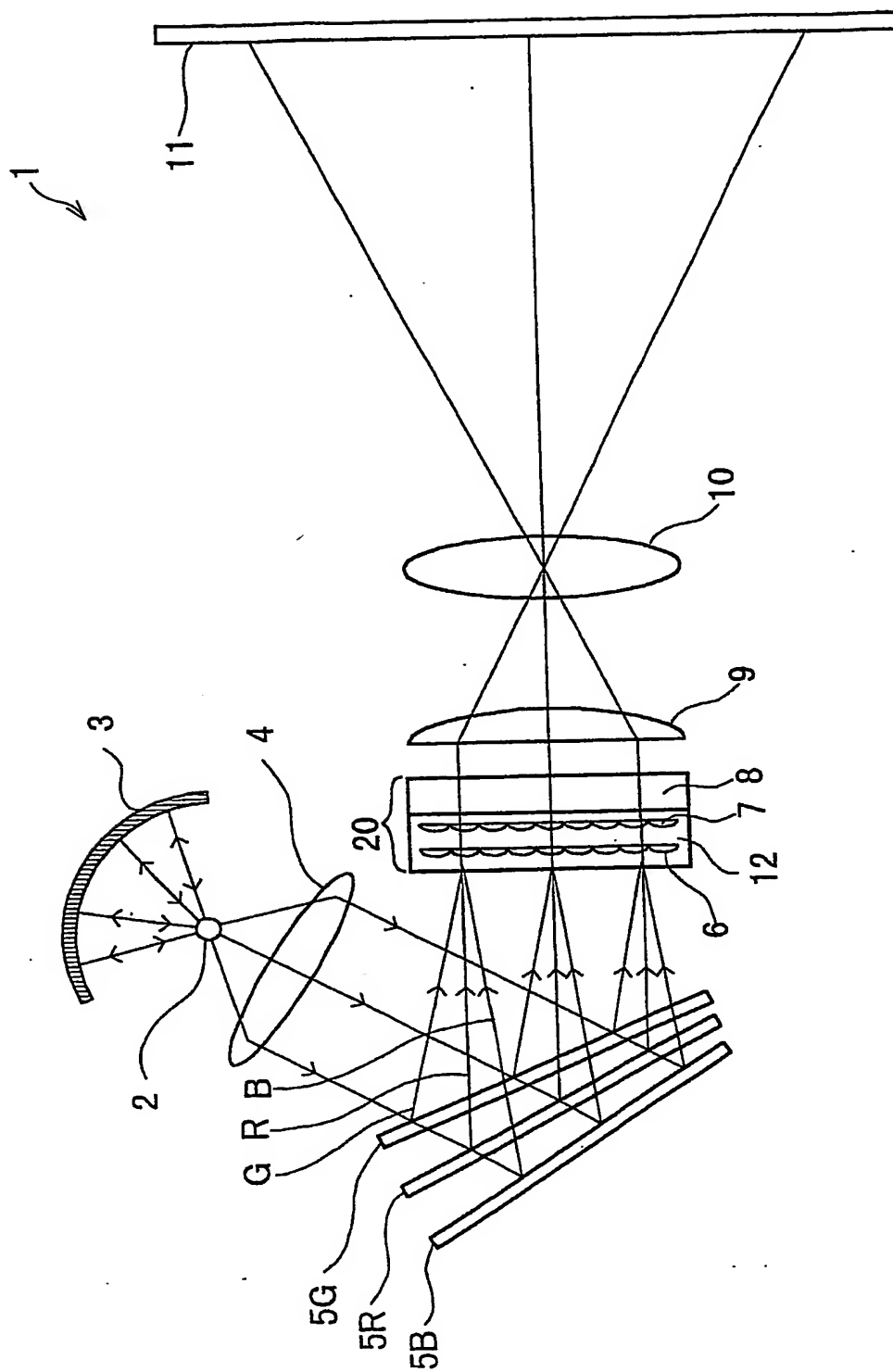
27. (追加) 上記集光機能を有する光学素子が複数設けられていることを特徴とする請求項25または26に記載の3次元構造物の製造方法。

28. (追加) 上記集光機能を有する光学素子に均一な強度分布をもつ平行光を照射し、上記平行光の光軸に対して、上記光学部材を傾斜させながら上記3次元構造物のパターニングを行うことを特徴とする請求項25ないし27のいずれか1項に記載の3次元構造物の製造方法。

29. (追加) 上記光学部材の傾斜角度と、照射する平行光の強度あるいは照射時間を調整しながら3次元構造物のパターニングを行うことを特徴とする請求項28に記載の3次元構造物の製造方法。

30. (追加) 透過率を連続的に変調させた透過率変調マスクにより強度分布をもたせた照射光を、上記集光機能を有する光学素子に照射することにより形成される照射光像を利用して、上記3次元構造物のパターニングを行うことを特徴とする請求項25ないし27のいずれか1項に記載の3次元構造物の製造方法。

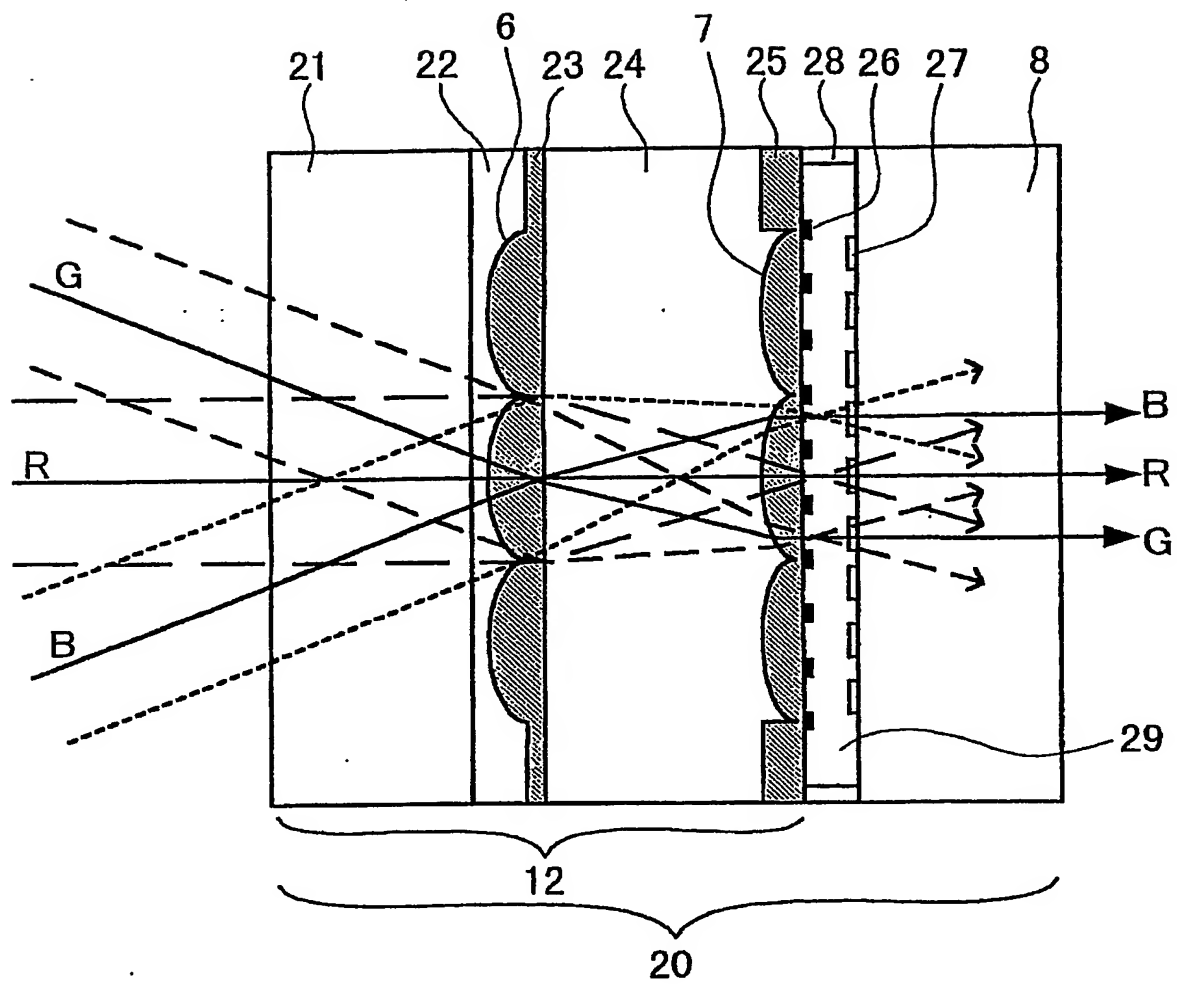
图1





2/7

図2



3/7

図3 (a)

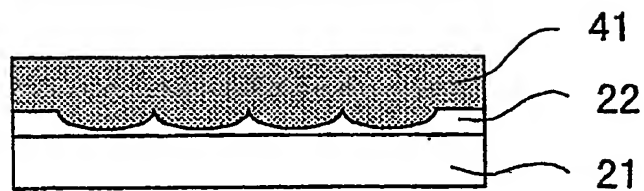


図3 (b)

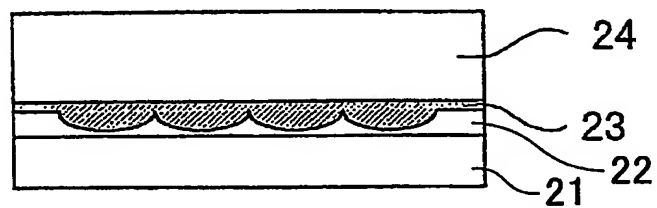


図3 (c)

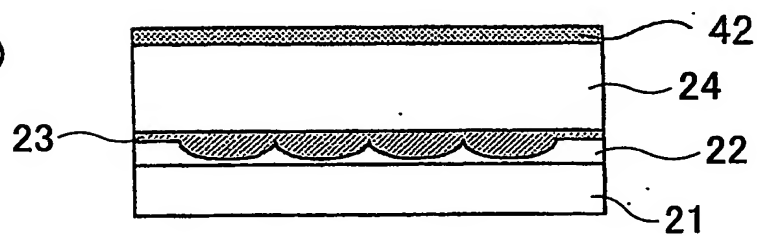


図3 (d)

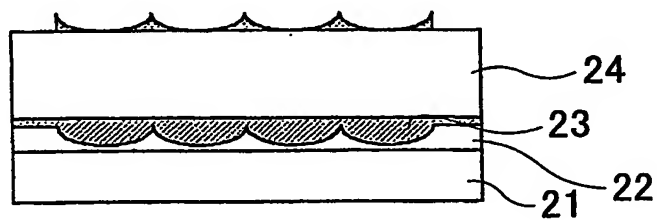


図3 (e)

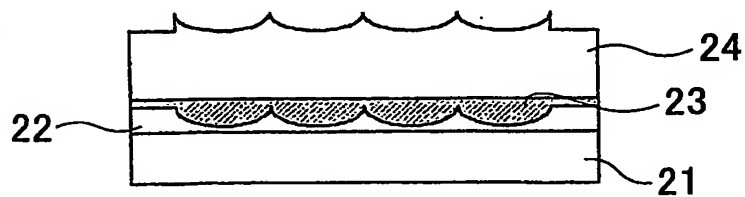
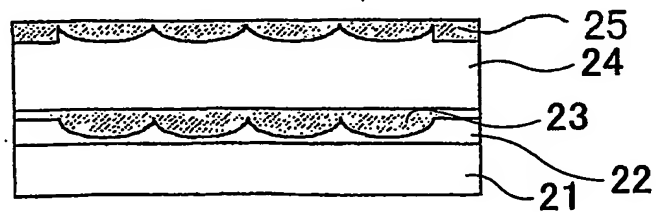


図3 (f)



4/7

図4

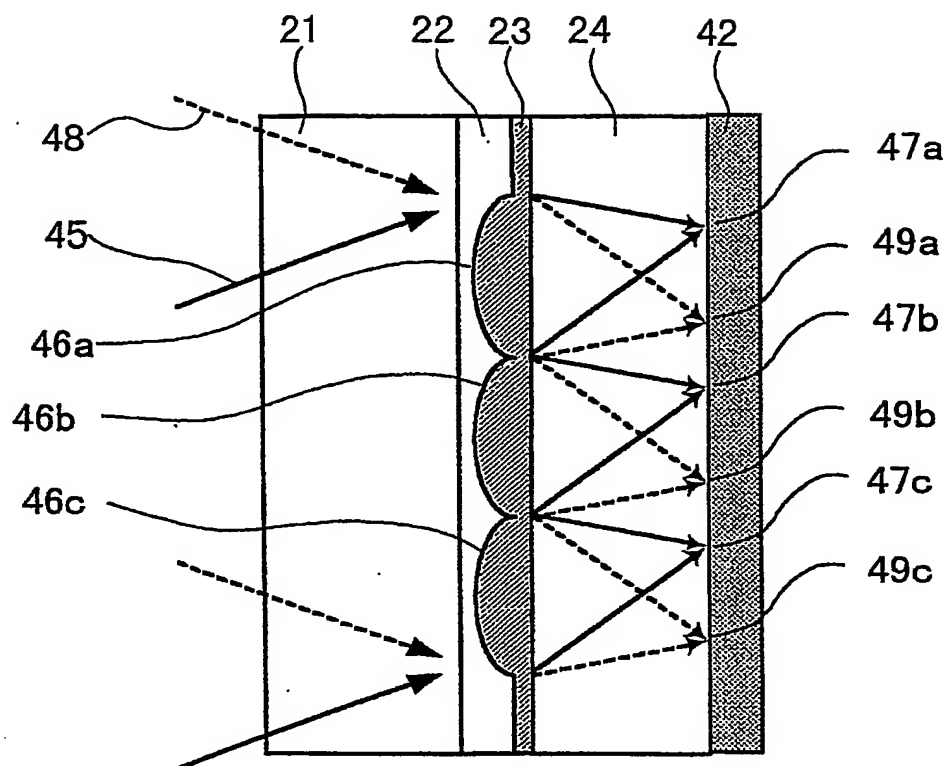
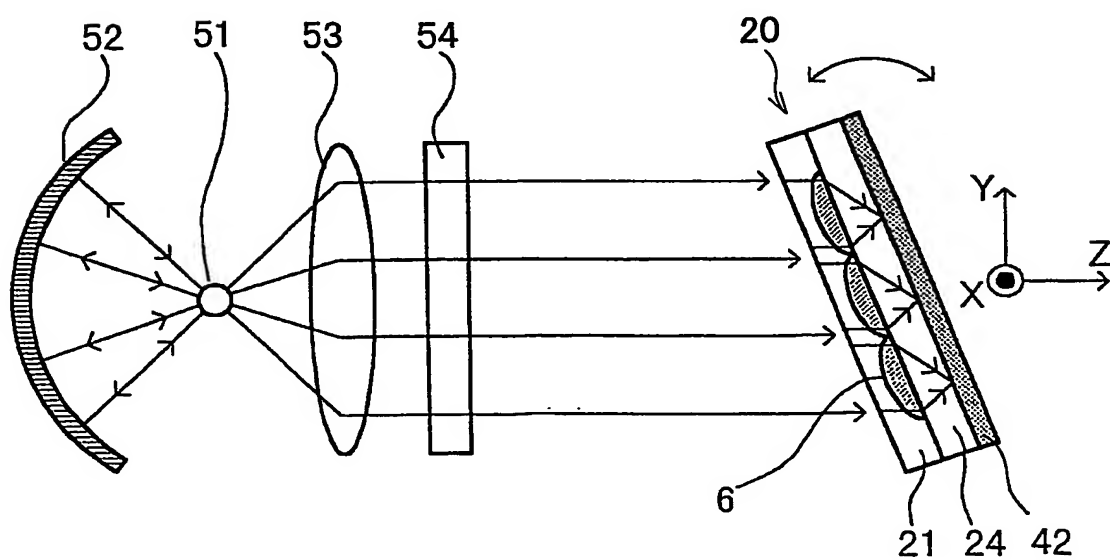


図5



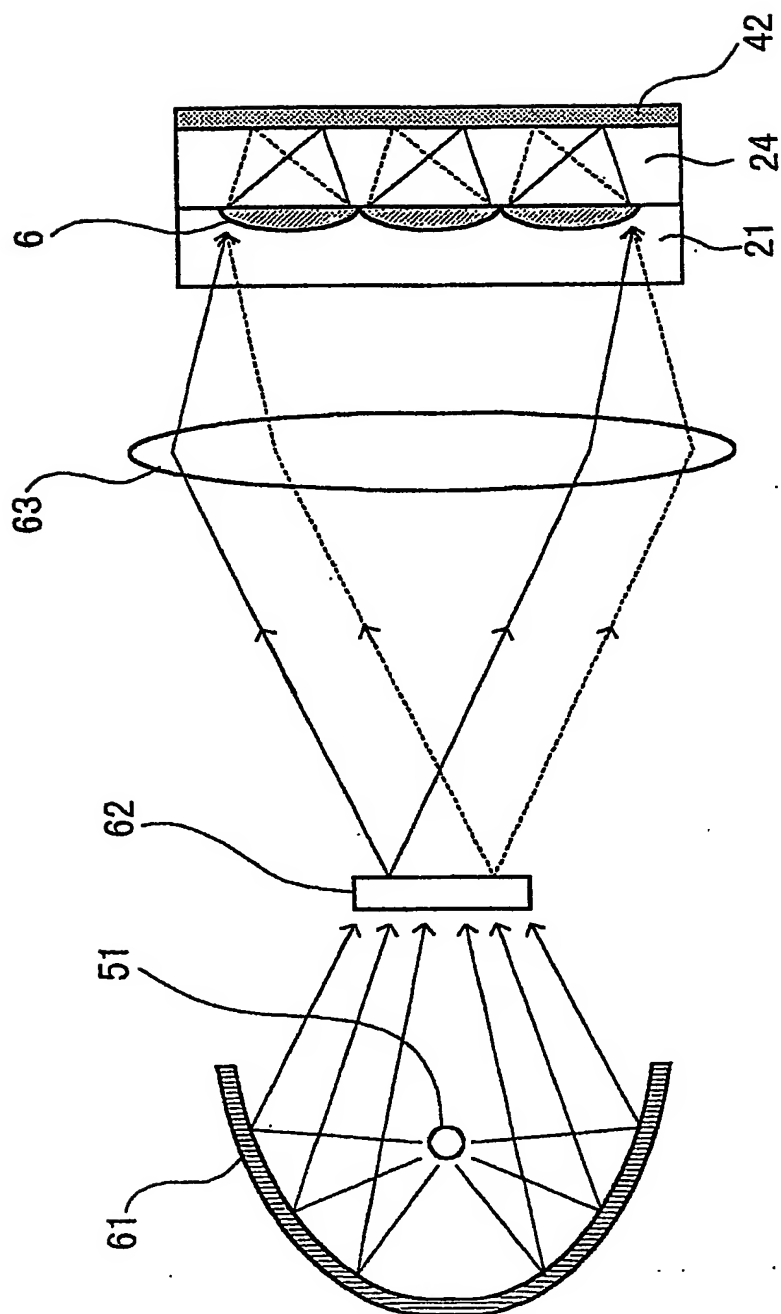


图6

6/7

図7 (a)

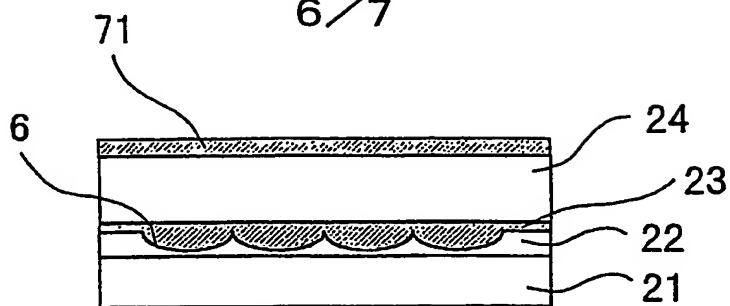


図7 (b)

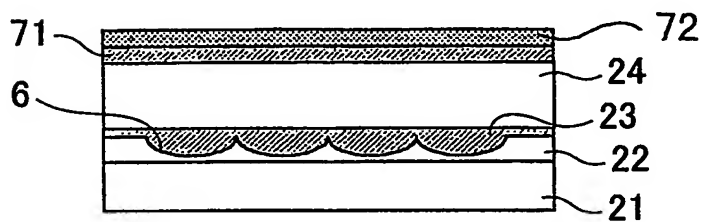


図7 (c)

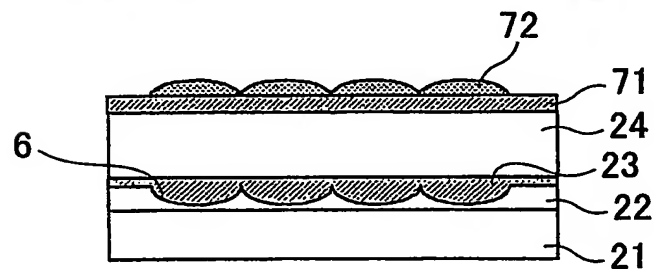


図7 (d)

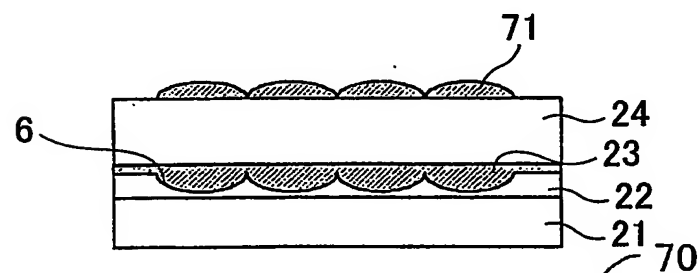
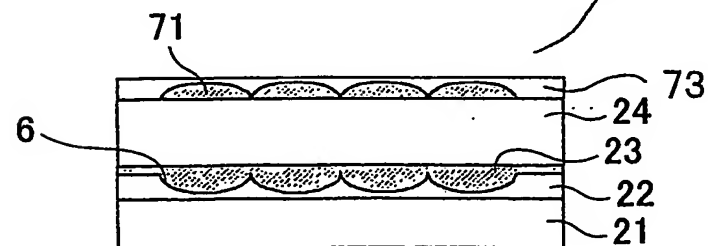


図7 (e)



7/7

図8 (a)

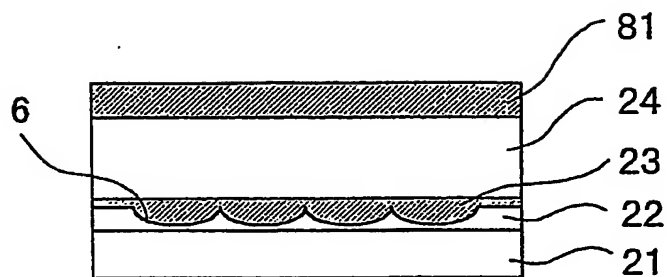


図8 (b)

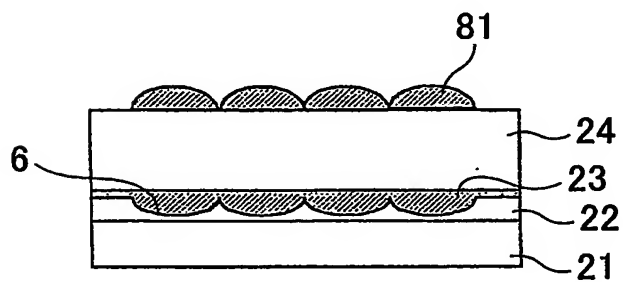
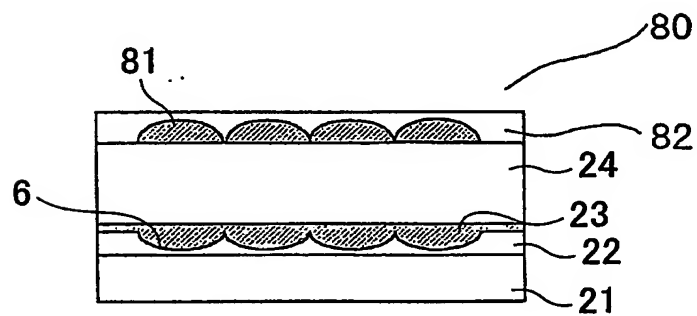


図8 (c)



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/03125

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.<sup>7</sup> G02B3/00, G02F1/13357, G02F1/13

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.<sup>7</sup> G02B3/00, G02F1/13, G02F1/13357, G02F1/137-1/141

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2002

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2002 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 11-338379 A (Seiko Epson Corp.), 10 December, 1999 (10.12.99), Full text; all drawings (Family: none)	1, 2, 4, 13, 14 3, 5-7 8-12
X Y A	JP 2000-98102 A (Omron Corp.), 07 April, 2000 (07.04.00), Full text; all drawings (Family: none)	5, 13, 14 1-4, 6, 7 8-12
X Y A	US 5633737 A (Sharp Kabushiki Kaisha), 27 May, 1997 (27.05.97), Full text; all drawings & JP 7-181487 A	13, 14 1-7 8-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
18 April, 2003 (18.04.03)

Date of mailing of the international search report  
06 May, 2003 (06.05.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/03125

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 9-90336 A (Nippon Sheet Glass Co., Ltd.), 04 April, 1997 (04.04.97), Full text; all drawings (Family: none)	13,14 1-7 8-12
Y A	JP 2001-341210 A (Seiko Epson Corp.), 11 December, 2001 (11.12.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-7,13,14 8-12
A	JP 2001-255660 A (Ricoh Optical Industries Co., Ltd.) 21 September, 2001 (21.09.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-14



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02B3/00, G02F1/13357, G02F1/13

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> G02B3/00, G02F1/13  
G02F1/13357, G02F1/137-1/141

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2002年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2002年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 11-338379 A (セイコーエプソン株式会社) 1999. 12. 10, 全文全図 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 13, 14
Y		3, 5-7
A		8-12
X	JP 2000-98102 A (オムロン株式会社) 2000. 04. 07, 全文全図 (ファミリーなし)	5, 13, 14
Y		1-4, 6, 7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

18. 04. 03

国際調査報告の発送日

06.05.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

岡田 吉美



2V 3012

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A		8-12
X	US 5633737 A (Sharp Kabushiki Kaisha)	13, 14
Y	1997. 05. 27, 全文全図 & JP 7-181487 A	1-7
A		8-12
X	JP 9-90336 A (日本板硝子株式会社)	13, 14
Y	1997. 04. 04, 全文全図 (ファミリーなし)	1-7
A		8-12
Y	JP 2001-341210 A (セイコーエプソン株式会社)	1-7, 13, 14
A	2001. 12. 11, 全文全図 (ファミリーなし)	8-12
A	JP 2001-255660 A (リコー光学株式会社)	1-14
	2001. 09. 21, 全文全図 (ファミリーなし)	